

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-134154

(43)Date of publication of application : 09.05.2003

(51)Int.Cl. H04L 12/56  
H04B 10/20

(21)Application number : 2002-214155

(71)Applicant : LUCENT TECHNOLOGIES INC

(22)Date of filing : 23.07.2002

(72)Inventor : NAGARAJAN RAMESH  
QURESHI MUHAMMAD A

(30)Priority

Priority number : 2001 919045 Priority date : 31.07.2001 Priority country : US

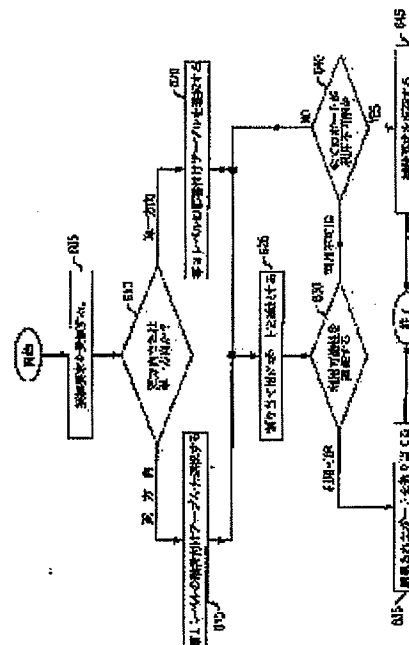
## (54) NODE OF NETWORK AND METHOD USED IN THE NODE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and device for efficiently assigning link resources

(port/frequency) in an optical transport network.

SOLUTION: An optical transport network comprises a plurality of nodes, or routers, which are coupled together via optical fibers. When a physical link comes up between a node and a neighboring node, a handshake between the node and the neighboring node recognizes the link, and the node and the neighboring node are included in link assignment tables. In addition, the node and the neighboring node negotiate a predefined sequence for assigning link resources to satisfy connection requests.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-134154  
(P2003-134154A)

(43)公開日 平成15年5月9日(2003.5.9)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト*(参考)
H 0 4 L 12/56	1 0 0	H 0 4 L 12/56	1 0 0 Z 5 K 0 3 0
H 0 4 B 10/20		H 0 4 B 9/00	N 5 K 1 0 2

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2002-214155(P2002-214155)  
(22)出願日 平成14年7月23日(2002.7.23)  
(31)優先権主張番号 09/919045  
(32)優先日 平成13年7月31日(2001.7.31)  
(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 596077259  
ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
レーテッド  
Lucent Technologies  
Inc.  
アメリカ合衆国, 07974-0636 ニュージ  
ャーシー, マレイ ヒル, マウンテン ア  
ヴェニュー 600  
(74)代理人 100081053  
弁理士 三俣 弘文 (外1名)

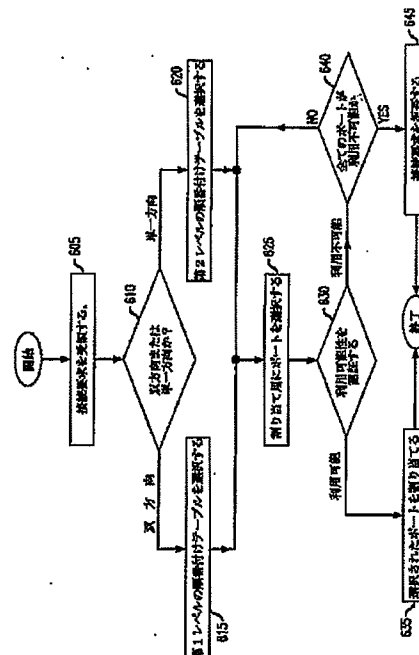
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ネットワークのノードとそのノードで使用される方法。

(57)【要約】

【課題】 光学伝送ネットワークにおいてリンク資源  
(ポート/周波数)を効率的に割り当てる方法と装置を  
提供すること。

【解決手段】 光学伝送ネットワークは、複数のノード  
またはルーターを有し、それらは光ファイバにより結合  
されている。ノードと隣接するノードとの間に物理的リ  
ンクが形成されると、それらの間に行なわれるハンドシ  
ェイクによりリンクを認識し、それらがリンク割り当て  
テーブル内に含まれる。更にノードと隣接するノード  
は、リンク資源を割り当てるために所定のシーケンスで  
折衝して接続要求を満足させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 (A) 接続要求を受領するステップと、

(B) 所定のシーケンスを用いて隣接するノードに接続するために、リンク資源を割り当てるステップとからなり前記所定のシーケンスは、近隣のノードとの折衝により得られることを特徴とするネットワークのノードで使用される方法。

【請求項2】 前記(B)ステップは、

(B1) 接続要求に割り当てるために、リンク資源を選択するテーブルにアクセスするステップを有し、前記テーブルは、前記所定のシーケンスに従って配列されたリンク資源を有し、

前記リンク資源は、リンクに関連するノードのポートを含むことを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記ネットワークは、光学伝送ネットワークであることを特徴とする請求項2記載の方法。

【請求項4】 前記リンク資源は、波長SONETベースの個別波長と、SDHベースの個別波長と、PDHベースの個別波長からなるグループから選択されることを特徴とする請求項3記載の方法。

【請求項5】 第1シーケンスと第2シーケンスからなる少なくとも2個の所定のシーケンスは、折衝により決定され前記(B)ステップは、

(B2) 接続要求が双方向接続要求または単方向接続要求であるかを決定するステップと、

(B21) 双方向接続要求の場合には、第1シーケンスに関連して配置されたリンク資源を含む第1テーブルを選択するステップと、

(B22) 単方向接続要求の場合には、第2シーケンスに関連して配置されたリンク資源を含む第2テーブルを選択するステップと、

(B3) 接続要求に割り当てるために、前記選択されたテーブルからリンク資源を選択するステップとを有し、前記リンク資源は、リンクに関連したノードの波長を含むことを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項6】 (A) 隣接するノードと折衝する際に用いられ、隣接するノードへのリンクに関連する資源を選択する選択シーケンスで用いられる通信インターフェースと、

(B) 接続要求に応答して、隣接するノードにリンクを介して接続するために、前記選択シーケンスに従って資源を選択するプロセッサとを有することを特徴とするネットワークで使用される装置。

【請求項7】 前記プロセッサは、接続要求への割り当てのために資源を選択するテーブルにアクセスし、前記テーブルは、前記所定のシーケンスに従って配列されたリンク資源を有することを特徴とする請求項6記載の方法。

【請求項8】 前記ネットワークは、光学伝送ネット

ワークであることを特徴とする請求項7記載の方法。

【請求項9】 前記リンク資源は、波長SONETベースの個別波長と、SDHベースの個別波長とPDHベースの個別波長からなるグループから選択されることを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項10】 (A) 隣接ノードを有するリンクに関連する資源を含むテーブルを記憶するメモリー手段と、

(B) 接続要求を処理する際に用いられる処理手段と、を有し接続要求の受領に応答して、前記処理手段は、隣接するノードに接続する際に用いられるテーブルから資源を選択し、前記選択は、所定の選択シーケンスに従って行なわれ前記所定の選択シーケンスは、隣接ノードと以前に折衝したものであることを特徴とするネットワークノード。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は通信に関し、特に光学通信に関する。

【0002】

【従来の技術】伝送ネットワークは、リンクで接続された複数のノードを有し、接続パスを介して情報(データまたは音声)を伝送している。接続パスは伝送ネットワークのソースノードと宛先ノードとの間に設定され、同時に複数の中間ノードを含む。通常この接続パスを確立するために接続設定が行われる。

【0003】拡張可能性と信頼性のために、ネットワーク管理機能、例えばパスの計算と、接続の設定が、分散方式で行われている。言い換えると、ノードは、自分自身からネットワーク内の他のノード(宛先ノード)に接続要求し、そのためソースノードとなると、ソースノードはその時点でシステム内の他の接続要求とは無関係にネットワークを介したパスを最初に計算をする(各ノードは、周期的に容量と、資源の利用可能性の観点から、ネットワークの状態の更新情報を得ていることが必要である)。

【0004】かくしてソースノードと宛先ノードの間の接続設定は、接続パス内の複数の中間ノード内のそれぞれの中間ノードでクロスコネクタを設定するためにシグナリング(信号情報の送信)を行う必要がある。これらのクロスコネクタは、接続に割り当てられたリンクの資源の間で設定される。光学伝送ネットワーク(optical transport network(OTN))においては、クロスコネクタは、光学クロスコネクタ(optical cross-connects(OXC))と称し、リンクは高密度波長分割多重化(dense wavelength division multiplexed(DWDM))リンクであり、リンク資源は個々の接続に割り当てられた波長である。(特定のリンク資源は、ソースノードではなくローカルノードでの決定により割り当てられ、これにより接続パスの計算を簡略化している)

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところがネットワーク管理機能を分散方式で実行することに伴う1つの問題点は、資源の競合／争奪である。例えば複数の接続設定を要求するクロスコネクト要求が、同一時にそれらのパス内の共通リンクに到達することがある。要求が反対方向からの設定である場合には、即ちリンクの対抗する位置にある端末からの設定である場合には、共通リンクのそれぞれの側にあるノードは、同一の波長を別の接続要求に割り当ててしまうことがある。この種の資源の衝突は、波長をポートに結びつけることにより終了させることができるが、これは不必要な巻き戻し（crankback）あるいはさらに悪いことにはデッドロックを生じさせてしまう。その結果、接続設定時間を極端に遅くらせ、そしてネットワークの回復速度（ネットワークが故障の場合）を遅らせてしまう。言うまでもなくこれはサービスプロバイダの売り上げを減らすことにつながる。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】リンク資源は、リンクの両端にあるノードで共有されるために、上記の波長割当ての問題を回避するために、隣接するノード間である種の協調が必要である。そのため本発明によれば、接続要求に応答して、パケットベースのネットワークのノードは、隣接ノードに接続するためにリンクの資源を割り当てるが、これは隣接ノードとネゴした（交渉した）所定のシーケンスを用いて行われなければならない。

【0007】本発明の一実施例においては、光学伝送ネットワークは、光ファイバを介して接続された複数のノードまたはルータを有する。ノードとそれに隣接するノードとの間で物理的なリンクが設定されると、ノードとそれに隣接するノードとの間のハンドシェイク手順がリンクを認定し、ノードと隣接ノードは、それぞれのリンク割り当てテーブル内に含まれるようになる。

【0008】更にまたノードと隣接ノードとは、将来の接続要求を満たすために、それぞれの割り当てテーブルからリンク資源を割り当てるために、所定のシーケンスを折衝する（ネゴする）。例えばノードは、トップダウン（上から下に）の方式でリンク資源を割り当て、一方隣接ノードは、ボトムアップ（下から上へ）でリンク資源を割り当てる。

## 【0009】

【発明の実施の形態】図1に本発明による光学通信システムを示す。本発明の概念以外に図1に示した構成要素は、公知のものであり詳細な説明は割愛する。例えば光学伝送ネットワーク（OTN）200は、複数の光学クロスコネクト（OXC）ノード（以下OTNノードまたは単にノードと称する）、例えばOXCA, OXCB, OXCC, OXCD, OXCE, OXCFを有し、それらはOTNトポロジーを含む。

【0010】同図には単一のブロック構成要素を示して

いるが、各ノード（例OXCA）は、プログラム蓄積制御プロセッサ、メモリ、交換素子、適宜のインターフェースカード（図1には図示せず）を含む。特に以下に記載する事項以外は、OTN200は同期光学ネットワーク（synchronous optical network（SONET））に適合するものとする。（例えばOTN200とユーザエンドポイントにアクセスを提供するゲートウェイのような他の構成要素は、記載を簡略にするために省いている）更にまた本発明の概念は、従来のプログラミング技術を用いているがこれに関して説明は割愛する。

【0011】上記したように、OTN200は、OXCA, OXCB, OXCC, OXCD, OXCE, OXCFを含む。シグナリングネットワーク（本明細書においては制御プレーンと称する）の利用は、次世代のインテリジェント光学ネットワークにとって、光学チャネルのリアルタイムのポイントアンドクリック設備と、光学レイヤーの保護と回復と、光学レイヤーのネットワークポロジの自動発見と、光学レイヤーの帯域の管理等のサービスを提供するために重要である。様々な理由により、例えば顧客へのより簡単な広いアクセス能力の向上のために、インターネットプロトコール（IP）が、OTN用の制御プレーンを実行するために選択すべき技術として浮上してきている。

【0012】OTN200は、データ通信ネットワーク（DCN）100で表されるIPベースの制御プレーン（別の帯域外シグナリング）を用いている。（IPベースの制御プレーンは、要するにシグナリングメッセージ用の別のパケット伝送ネットワークであり、それはDCNとして表される。）かくしてDCN100は、ノードA, B, C, D, E, F, を含む。（実際には各ノードは物理的に伝送機能と、シグナリング機能と両方を実行しているためにこれは論理的な分離である。）

【0013】DCN100は、OTN200内の接続シグナリング（例、設定と切斷、故障の通知と、OAMP operations（動作）、administration（管理）、maintenance（保守）、provisioning（設定）に必要な全てのシグナリングメッセージ用のパケット伝送ネットワークである。（本発明の概念以外、バスの計算、接続設定、クロスコネクト、シグナリングメッセージは、従来公知のものであり詳細な説明は割愛する）

【0014】DCN100は、複数あるいはいずれかの伝送技術、例えば光学SONET, Ethernet（登録商標）を利用することが出来る。これによりDCNはどのような自動交換伝送ネットワークに対しポータブルとなり適用可能となる。図1においてDCN100とOTN200は、同一のトポロジを共有しているように示している。しかしDCNトポロジとOTNトポロジが別であるか同一であるかは、本発明には関係しない。

【0015】具体的に説明すると、複数のプロトコルを

具備した交換機(multiprotocol label switching (MPLS))を、パスに沿った制御情報をルーティングするDCNネットワーク用に用いることが出来る。しかし他のルーティングプロトコル、例えば、最短パスを最初に選択するプロトコル(open shortest path first (OSPF))を用いることも出来る。光学パスの計算用に、OTNトポロジー情報が、各DCNノードに従来公知のリンク状態交換プロトコル(例えば、リンク管理プロトコルLink Management Protocol LMP)を介して、DCNノードに渡されるものとする。

【0016】図1は、シグナリングパス101(A-B-E-D)に沿った100内の接続設定の例を示す。更に図1は、OTN200内の対応する伝送パス201を示す。この例としての接続設定に関して、OXCAはソースノードであり、OXCDが宛先ノードであり、残りのノードOXCB、OXCEは中間ノードである。

【0017】以下に説明する際に、接続設定はソースノード、例えば図1のOXCAから発せられ、このOXCAがクライアント、例えばIPルーター(図示せず)から、例えばネットワーク管理システム(図示せず)の様な外部インターフェースを介して接続要求を受領する。OXCは高密度波長分割多重化DWDMリンクを介して接続されている。

【0018】本明細書において下流方向とは宛先ノードの方向への通信の流れを表し、一方上流方向とはソースノード方向への通信の流れを表す。かくして上流側ノードは、現在のノードよりもソースノードに近いノードであり、一方下流側ノードは、現在のノードよりも宛先ノードに近いノードである。接続要求(従来公知の接続設定要求を含む)を受領すると、各ノードは隣接ノードとクロスコネクトを開始し完了する。

【0019】次に図2においては、本発明を、単一方向接続要求または双方向接続要求のいずれかに対し、OXCBとOXCEとリンク202(複数の波長を具備しDWDMリンク)とを用いて説明する。

【0020】単一方向接続要求に対しては、OXCBとOXCEは、常に単一方向接続要求を受領し発信する。本明細書においてOXCBは、リンク202を流れる単一方向要求においてOXCEに対し上流側ノードであり、またOXCEは、リンク202を流れる単一方向要求においてOXCBに対し下流側ノードである。

【0021】単一方向の接続要求とは異なり、リンク内を流れる双方向の接続要求は、リンクで隣接するOXCNノードのいずれからも開始される。双方向接続においては、要求を受領したOXCNノードは、ある方向のトラフィックに対しては上流側OXCNノードであり、他の方向のトラフィックに対しては下流側OXCNノードである。しかし説明を簡単にするため、双方向接続要求を受領したOXCNノードは、双方向の接続の上流側ノードと称する。

【0022】このような前提の元では、計算されたパス内の上流側にあるOXCNノードは、常にリンクに対し波長を割り当てる役目/責任があるものとする。接続要求は上流側ノードに最初に到達するためこれは当然の仮定である。図1に示したネットワークにおいては、このことはOXCBは全ての単一方向接続要求と、リンク202を流れOXCAまたは自分自身(OXCB)のいずれかが開始した双方向接続要求に対し、リンク202に波長を割り当てる責任を負うことを意味する。同様にOXCEは、OXCDまたは自分自身のいずれかにより開始され、リンク202を流れる全ての接続要求に対し責任を負う。

【0023】上記の観点からすると、競合が発生するのは、リンクで隣接する両方のノードが、波長を双方向接続要求に同時に割り当てるときか、あるいは一方のノードが双方向接続要求に波長を割り当てようとし、他方のノードが単一方向接続要求に波長を割り当てようとしたときに発生する。(注意すべき点として、リンクで隣接する二つのノードが単一方向接続要求に対しそのリンク上に波長を割り当てるときには競合は発生しない)

【0024】例えばOXCBとOXCEの両方が、異なるソースノードと方向からほぼ同一時刻にリンク202に対し異なる双方向接続要求を受領したとする。例えばOXCAは、OXCBに対し接続要求51を開始したソースノードであり、OXCDは、OXCEに対し接続要求61を開始したソースノードであるとする。これらの要求を満たすためにOXCBとOXCEの両方は、リンク202上にポートと対応する波長を割り当てようとする。

【0025】図2から分かるように各OXCNノードは、交換素子(OXCBに対してはスイッチ50と、OXCEに対してはスイッチ60)と、DWDMインターフェース(OXCBに対してはDWDM55と、OXCEに対してはDWDM65)とを有すると、リンク割り当て可能なポートと波長は、OXCBに対してはポートB1からB6(それに対応する波長)と、OXCEに対してはポートE1からE6(それに対応する波長)で表される。OXCの物理的ポートは、光ファイバを介した双方向波長対(送信波長と受信波長)から成り立つものとする。

【0026】例えばポートB1に対しては、送信波長は $\lambda_{L,L}$ であり受信波長は $\lambda_{L,R}$ である。一般的動作方法としては、双方向接続要求はポートベースで割り当てている。(従って異なるポートからの個々の波長は双方向接続要求を満たすためには用いられない。)ところがOXCBがポートB1を選択し、OXCEがポートE1を選択すると、いずれかの接続要求は完了しない。その理由はリンク202に対してポートと波長の割り当てに対し衝突が発生したからであり、クランクバック(逆戻り)が起こるからである。(進行中の接続設定のプ

10

20

30

40

50

プロセスを終了し、再度新たに接続設定のプロセス始めなければならない)

【0027】そのため本発明により、資源の割り当てで衝突が発生する確率を無くすることが出来ないまでも最小にするのが望ましい。特に接続要求の受領にตอบสนองして、パケットベースのネットワークのノードは、隣接するノードと交渉した所定のシーケンスを用いて隣接するノードとの接続を行うために、リンク資源の割り当てを行う。言い換えると、各ノードは、リンク資源を接続要求に割り当てるために隣接するルーターと協調作業をする。

【0028】これは、波長／リンク発見プロセスとして知られるコーディネーションメカニズムを組み込むことにより達成される。共通のリンク上でノード間に資源を割り当てるために、各ノードで用いられる方法を図3に示す。既存のリンク／トポロジー発見プロトコル

(例：リンク管理プロトコルLMP)のいずれかを適宜修正して、図に示すような必要とされる情報の交換を可能にする。

【0029】本発明の概念以外、このような修正／変更は簡単なものであり、詳細な説明は割愛する。ステップ305において、リンク資源を割り当てるための所定のシーケンスを折衝するために、隣接するノード間のリンクに対し隣接するノード間でハンドシェイクが行われる。例えばあるOXCNノードはトップダウンでリンク資源の割り当てを行うことに合意し、一方他方のOXCNノードはボトムアップからリンク資源の割り当てを行う。

【0030】更にまたステップ310においては、順番付けテーブル(以下に説明する)が形成されあるいはすでに存在している場合には、各OXCNノードで修正／変更される。例えば物理的リンクが現れた場合には、ハンドシェイクは隣接するノード間で行われ、リンクを認識しそれを順番付けテーブル内の将来の接続要求を満たすために含める。あるプロトコルの修正はインターネットプロトコルIPネットワークに適用された公知の hello protocolに類似のものである。

【0031】本発明によれば、少なくとも1つの順番付けテーブルを所定のシーケンスと共にOXCNノードで用いて、リンクに資源を割り当てる。以下の説明において、リンク202は、図2に示したパスを設定するために、各方向に6個の波長を提供するものとする。その結果、各隣接するOXCNノードは、これらの波長に関連した6個の送信器と6個の受信器(例えば、OXCBのポートB1は、送信器T1受信器R1を、OXCEのポートE1は、送信器T1と受信器R1)を有し、これらの6個の送信器と受信器が対となって6個のポートになっている。(OXCBに対してはポートB1～B6が、OXCEに対してはポートE1～E6がある。)

【0032】第1レベルの順番付けは、隣接するOXCNの各ポートに数字の識別子(numeric identification

(id))を適宜に割り当てること、あるいはマッピングすることにより実現される。これは図3の方法に従って、各OXCNノード内に第1レベルの順番付けテーブルを形成することにより行われる。第1レベルの順番付けテーブルは、図1と図2のリンク202で接続された2つのノードOXCBとOXCEに対して、図4に示す。図2はOXCBはテーブルB-1を記憶する。第1レベルの順番付けは、所定の割り当てシーケンスに従って、独自の識別数字idを割り当てる。

【0033】例えばテーブルB-1においては、識別番号idは1～6の範囲の値を示し、各識別番号idはリンク202に関連したOXCB上の6個のポートの内の特定の1つのポートに関連づけられている。同様にテーブルE-1においては、識別番号idは、1～6の範囲の値を有し、各識別番号idはリンク202に関連したOXCE上の特定のポートに関連づけられている。第1レベルの順番付けテーブル上の識別番号id値が割り当て順番を表す。

【0034】例えば第1の双方向接続要求を受領すると、OXCBは1の値の識別番号idに関連するポート(ここではポートB1)を第1の双方向接続要求に割り当てる。OXCBに対しては、次の接続要求が2の値の識別番号idのポートに割り当てられ、以下同様に行われる。他方図3から分かるように、OXCEは反対方向のポートを割り当てる。例えば第一の双方向接続要求を受領すると、OXCEは、1の値の識別番号idに関連するポート(ここではポートE6)を第1の双方向接続要求に割り当てる。

【0035】このことは、OXCBが上から、例えばポートB1から開始して波長／ポートを割り当て、一方OXCEは下から、例えばポートE6から開始して波長／ポートを割り当てる。かくして最後のポート／波長対を割り当てられなければならないまで、競合を避けることが出来る。言い換えると、ラインで隣接する各OXCNノードは、第1レベルの順番付けテーブル内の異なる点からスタートして異なる方向に行く。

【0036】(所定のシーケンスは各テーブルの資源の順番で示されており、他の等価方法も可能である。)例えばテーブルは、リンクに対し利用可能な資源を単に羅列することが出来る。(例えば各テーブルは1の値の識別番号とポート1に関連づけ、そして下に行って6の値の識別番号とポート6とを関連づける。)そしてプロセッサは、折衝した選択シーケンスに従って、テーブルから資源を選択するようプログラムされている。(例えば、OXCBは、識別番号が1からスタートするテーブルから選択し、一方OXCEは、6の識別番号からスタートするテーブルから選択する)

【0037】最終的に接続が解放される(例切断／終了される)と、以前に割り当てられた波長／ポートは利用可能な波長のプールに戻される。例えばOXCBが既に

3つの接続要求に応答しており、ポートB1、B2、B3を割り当て、一方OXCEは既に2個の接続要求に応答し、ポートE5、E6を割り当てたシナリオを考えてみる。(ポートB1のOXCBによる接続要求への割り当てが成功したことは、OXCEのポートE1をその同一の接続に有効に割り当てたことを意味する。)

【0038】このようなシナリオの場合には、リンク202上にはOXCB(ポートB4)またはOXCE(ポートE4)のいずれかにより双方向接続要求に割り当てることの出来る1個の利用可能な対の波長が残っている。明らかにこれらのノードの両方がほぼ同時期に残りの波長を双方向接続要求に割り当てようとした場合には競合が起こる。

【0039】ここでOXCBにより前に割り当てられたポートB1とポートE1に対応する一対の波長が解放されたものとする。このような状況においては、ポートB4の代わりにポートB1に対応する一対の波長をOXCBが次に割り当てることにより、競合を回避することが出来る。これは1の値の識別番号からスタートする(ポートの順番において最後に割り当てられたポートからサーチするのではなく)ことにより、各接続要求に対する第1レベルの順番付けテーブル内のポートの完全なリストをOXCNノードがサーチすることにより達成される。このようなサーチは、別のコラムを第1レベルの順番付けテーブルに単に追加することにより効率的に実現される。そしてコラム内の各エントリが対応するポートの利用可能状態を示す。

【0040】リンク資源の初期の割り当て及び最終的な解放に加えて、解決すべき別の状況は、余分のポートあるいは余分の波長の対をリンク上に導入することである。このことはネットワークのオペレーターがネットワークの容量をリンク上で上げる場合に起こる。

【0041】この場合第1レベルの順番付けテーブルは、図3に示したフローチャートに従って2つの隣接するOXCNノードで更新される。同図において1個のOXCNノード、例えば図2のOXCBが新たなポート/波長を第1レベルの順番付けテーブルのトップに追加し、別のOXCNノード、例えば図2のOXCEが新たなポート/波長を第1レベルの順番付けテーブルのボトム(底)に追加する。

【0042】例えば図4においてOXCBに対しては、追加された横行(ロウ)が7の識別番号を有する第1レベルの順番付けテーブルに追加され、その後既存のエントリを下側にシフトしてポートB1が2の値の識別番号に関連し、新たなポートが第1レベルの順番付けテーブルの第1横行に追加される。同様にOXCEにおいては追加の横行が7の値の識別番号を有する第1レベルの順番付けテーブルに追加される。

【0043】しかし、この場合新たなポートが7の値の識別番号の第1レベルの順番付けテーブルの最後の横行

に追加される。かくして双方向接続設定要求を満たすために追加の波長対が、1個の隣接するOXCN(例えばOXCB)から最初の選択項目となり、一方他の隣接するノード(例えばOXCE)では、最後の選択割り当て順番に従って最後の選択項目となる。

【0044】上記のリンク資源割り当てメカニズムは、双方向接続要求あるいは単方向接続要求に大して十分なものである。しかし単方向と双方向の接続設定要求のある種の組み合わせに対しては、現存する容量は使用されない状態になることがある。例えば図2において、各OXCNノードが3個の単方向接続要求を得た場合には、OXCBはポートB1、B2、B3上の送信器を用い、OXCEはポートE6、E5、E4上の送信器を用いる。(当然のことながらOXCEに対してポートE1、E2、E3上の対応する受信器と、OXCB状のポートB6、B5、B4上の対応する受信器は使われている。)次にリンク202に関する双方向接続要求は受け入れることが出来ないが、その理由はリンク202上のどのポートも利用できないからである。この可能性は第2レベルの順番付けを用いて解決できる。

【0045】以下に説明するように単方向接続要求に対しては、第2レベルの順番付けが第1レベルの順番付けテーブルの中央にあるポートからスタートして、各隣接するノードに送信器を割り当てる。後続の単方向接続要求に対しては、第2レベルの順番付けが更に中央部のポートに隣接するポート(第1レベルの順番付けテーブルに従って中央から一つ上あるいは一つ下のポート)から送信器を割り当てる。

【0046】同様にさらなる接続要求に対しては、その隣のポート(第1レベルの順番付けテーブルに従って中央部のポートに隣接するポートから一つ上のポートと、一つ下のポート)から送信器が割り当てられ、以下同様である。偶数のポートがある場合には、中央部の2つのポートからの送信器が第1の2個の単方向接続設定要求に割り当てられ、その後一つ上あるいは一つ下の上記の割り当て方法が行なわれる。図5はリンク202に資源を割り当てるために図2のOXCBとOXCEで用いられている第2レベルの順番付けテーブルを表す。

【0047】第1レベルの順番付けと共に、第2レベルの順番付けにより、最後の対の波長の割り当てまで起こりうる競合を回避しながら、最大の接続数を受け入れることが出来る。本発明によるOXCNノード内で用いられる方法を図6に示す。ステップ605においてOXCNノードが接続要求を受領する。ステップ610においてOXCNノードが一方向性接続要求か双方向性接続要求かを最初に検証する。

【0048】接続要求の種類に基づいてOXCNノードは、波長を割り当てるのに必要な適宜の順番付けテーブルをそのリンクに対し選択する。双方向接続要求に対しては、OXCNノードはステップ615で第1レベルの順

番付けテーブルを選択し、一方単方向接続要求に対しては、OXCノードはステップ620で第2レベルの順番付けテーブルを選択する。適宜の順番付けテーブルを選択した後ノードは、割り当てようのポートをステップ625で選択する。そしてステップ630で選択されたポートの利用可能性を検証する。(例えば新たな双方向接続要求に対しては第1レベルの順番付けテーブルが次のポートを選択するためにチェックされる)

【0049】しかし選択されたポートが第2レベルの順番付けテーブルより前の単方向接続要求にすでに割り当てられている場合もある。双方向接続要求または単方向接続要求のいずれかに対する上記の選択プロセスを修正して、資源が最初にいずれかのテーブルから割り当てられたときに、第1レベルの順番付けテーブルと第2レベルの順番付けテーブルの両方に対する資源の使用状況を更新することが出来る。

【0050】資源が利用可能な場合には、資源はステップ635で接続に割り当てられる。資源が利用可能でない場合には、全てのポートがステップ640で割り当てられたかのチェックが行なわれる。全てのポートが割り当てられている場合には、接続要求はステップ645で否定される。ポートの全てが割り当てられていない場合には、別のポートがステップ625で選択されたテーブルから選択される。

【0051】以前に割り当てられた単方向の波長が自由となるようなダイナミックの場合の最適の波長割り当てを保証するために、第2レベルの順番付けでは第1レベルの順番付けと同様に、各単方向接続要求に対し全ての単方向の波長がテーブルに課された順番に従ってサーチされる。これにより最後に自由となった(解放された)波長が第1レベルの順番割り当てに従って、割り当てを得ることが確実となる。

【0052】図7に本発明で用いられる705の詳細ブロック図が示される。705は蓄積プログラム制御ベースのプロセッサアーキテクチャであり、プロセッサ750、メモリ760、通信インタフェース765を有し、766で示される通信パスに接続される。メモリ760は、プログラムインストラクションとデータを記憶し、例えば上記した第1レベルの順番付けテーブルと、第2レベルの順番付けテーブルを記憶し、図3、6に示されたフローチャートを実行する。通信インタフェース765は光学DWDMを表す。

【0053】上記したように本発明は、波長割り当て問題の解決方法を提供する。本発明の解決方法は、本質的に分散型でノード間で必要とする協同作動は最小となる。更にまた本発明の解決方法は、波長資源の競合を減らし更にはまた削除して高速の接続設定と回復を可能とする。最後に本発明の割り当て方法が簡単なために本発明の解決方法を実行するのが容易である。

【0054】例えば本発明は、IP制御のOXCベースの光学伝送ネットワークを例に説明したが本発明は汎用の伝送ネットワーク(光ファイバ通信網あるいは電気通信網)にも適用可能であり、例えばPDH(Plesiochronous Digital Hierarchy)SONET(Synchronous Optical Transport)SDH(Synchronous Digital Hierarchy)にも適用可能である。SDHと光あるいは他の将来の伝送ネットワーク技術にも適用可能である。

【0055】本発明は帯域外のシグナリングネットワークを例に説明したが、本発明は帯域内のシグナリングネットワークにも適用可能である。同様にリンク資源がポートごとに割り当てよう説明したが本発明は波長ごとのベースでの割り当てに適用可能である。

【0056】以上の説明は、本発明の一実施例に関するもので、この技術分野の当業者であれば、本発明の種々の変形例を考え得るが、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。尚、特許請求の範囲に記載した参照番号がある場合は、発明の容易な理解のために、その技術的範囲を制限するよう解釈されるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光学通信システムを表す図。

【図2】図1のOXCB、OXCEとリンク202を表す図。

【図3】本発明によるフローチャートを表す図。

【図4】本発明による順番付けテーブルを表す図。

【図5】本発明による順番付けテーブルを表す図。

【図6】本発明による別のフローチャートを表す図。

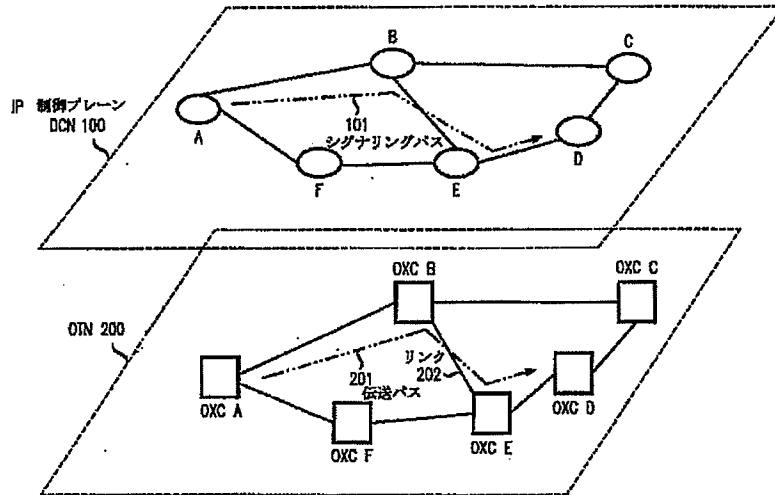
【図7】本発明によるノードの詳細ブロック図。

【符号の説明】

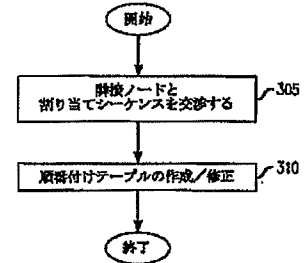
- 101 シグナリングパス
- 201 伝送パス
- 202 リンク
- 305 隣接ノードと割り当てシーケンスを交渉する
- 310 順番付けテーブルの作成/修正
- 760 メモリ
- 750 プロセッサ
- 765 通信インターフェース
- 705 ノード
- 766 パス
- 605 接続要求を受領する
- 610 双方向または単方向か?
- 615 第一レベルの順番付けテーブルを選択する
- 620 第二レベルの順番付けテーブルを選択する
- 625 割り当て用ポートを選択する
- 630 利用可能性を認証する
- 640 全てのポートが利用不可能か?
- 645 接続要求を拒否する
- 635 選択されたポートを割り当てる



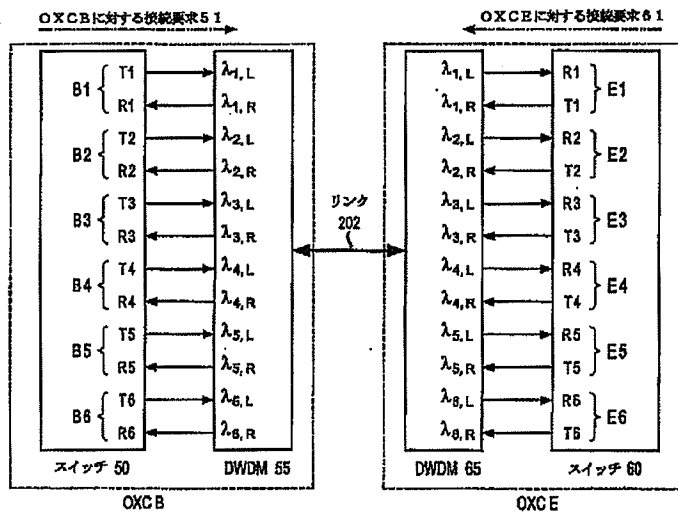
【図1】



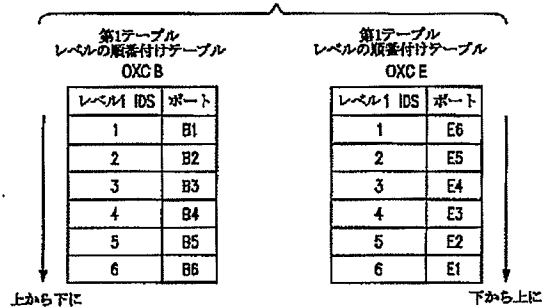
【図3】



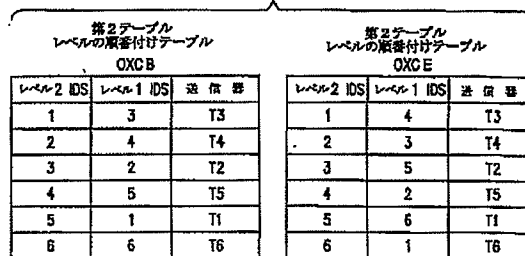
【図2】



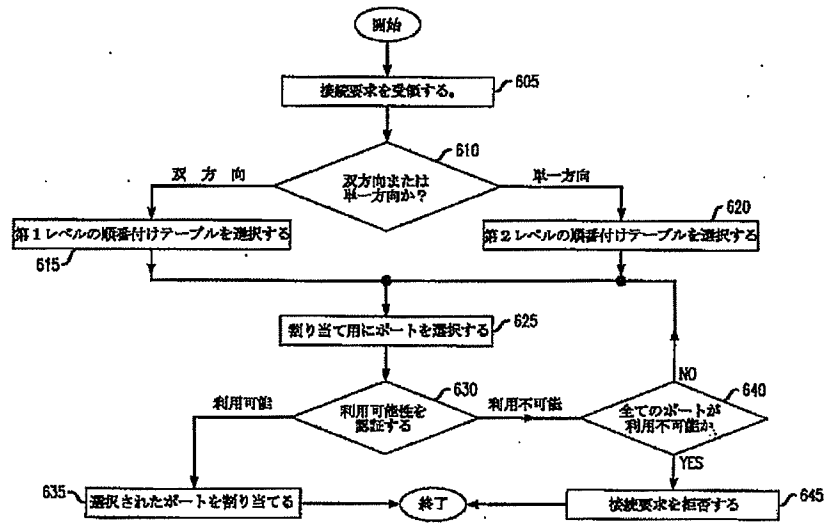
【図4】



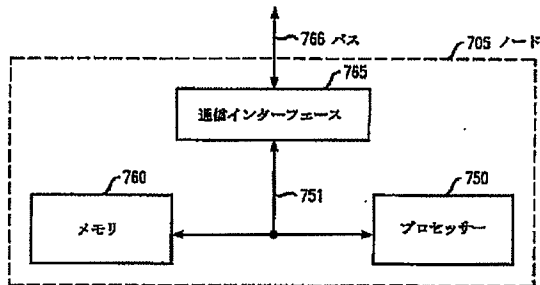
【図5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(71)出願人 596077259

600 Mountain Avenue,  
Murray Hill, New Je  
rsey 07974-0636U. S. A.

(72)発明者 ラメッシュ ナーガラジャン

アメリカ合衆国、08873 ニュージャージ  
ー州、サマーセット、サニーバール コー  
ト 126

(72)発明者 モハメッド エー クレーシー

アメリカ合衆国、08840 ニュージャージ  
ー州、メタチェン、カーソン アベニュー  
12

Fターム(参考) 5K030 GA12 HA08 JA12 JA14 JL03

KA05 LA17 LB09 LD17 MB16

5K102 AA11 AA41 AD01 AL10 NA06

RB11